Separat-Abdruck aus
„Neurologisches Centralblatt".
Uebersicht der Leistungen auf dem Gebiete der Anatomie, Physiologie, Pathologie und Therapie des Nervensystems einschliesslich der Geisteskrankheiten. 1899. Nr. 23.
Red.: Prof. Dr. E. Mendel. — Leipzig, Veit & Comp.

Muskeltonus und Sehnenphänomene.

Von Dr. **L. J. J. Muskens** aus Utrecht.

I. Der Muskeltonus.

Die Frage nach dem Bestehen und der Bedeutung des sogen. Muskeltonus ist eine sehr alte. Das Studium der Litteratur desselben, über die ich in einer späteren ausführlichen Publication berichten werde, führt zurück in die Zeiten des Galenus, der als erster das bekannte Phänomen wahrnahm, dass nach Durchschneidung eines Muskels seine Enden sich zurück ziehen. Er selbst und später A. Haller brachten diese Erscheinung jedoch nicht mit dem Nervensystem in Verbindung, sondern glaubten sie mit den Eigenschaften des Muskels selbst erklären zu können. Nachdem Bichat darauf hingewiesen hatte, dass der Skeletmuskel über seine Länge hinausgespannt ist, führten Joh. Müller mehr auf theoretische Erwägungen und M. Hall auch auf experimentelle Gründe gestützt, den Begriff des Muskeltonus ein. Derselbe wurde von Müller und J. Henle dahin definirt, dass auch im Zustande der Ruhe die willkürlichen Muskeln durch Einflüsse des Nervensystems dauernd in einem gewissen Grad von Contraction erhalten werden. E. Weber erkannte diesen Muskeltonus nicht an, sondern glaubte auf Grund seiner bekannten Versuche, dass die elastischen Eigenschaften des Muskels ausreichen, um alle bis dahin bekannten Erscheinungen an demselben zu erklären.

Das Problem des Muskeltonus stand in der Mitte dieses Jahrhunderts im Mittelpunkt des physiologischen Interesses, als die Untersuchungen von R. Heidenhain, Auerbach, W. Wundt und G. Schwalbe festzustellen schienen, dass bei Kaltblütern Durchschneidung des motorischen Nerven keine Verlängerung des Muskels hervorruft. Obgleich diese Thatsache, welcher übrigens von S. Tschirjew und B. von Anrep aus experimentellen Gründen widersprochen worden ist, eigentlich nur den Schluss zulässt, dass, wenn ein Muskeltonus existirt, er nicht auf so einfachem Wege nachweisbar ist, wurde doch die Lehre vom Muskeltonus mehr oder weniger discutirt, bis P. Q. Brondgest unter der Leitung von F. C. Donders, demselben durch seinen klassischen Versuch (ungleiche Stellung der hinteren Extremitäten des Frosches nach einseitiger Durchschneidung des N. ischiadicus) eine neue thatsächliche Unterlage verlieh. Das Brondgest'sche Phänomen, wie oft auch kritisirt und wie verschieden auch gedeutet, hat durch die Arbeiten von L. Hermann, J. Cohnstein, P. Lustschinsky,

S. Tschirjew, B. von Anrep, und auch die von Harless, E. Cyon, F. Neumann doch immer wieder Bestätigung erfahren. Die weitere Frage, welche von den letzten 3 Autoren, und auch von A. von Bezold und Uspenski, und Gutmann experimentell in Angriff genommen wurde, ob die Vorderwurzeln sich in einer stetigen tonischen Erregung befinden, welche ihnen von der Peripherie her durch die hinteren Wurzeln zugeführt wird (ein Verhalten, das schon von E. Stilling für wahrscheinlich gehalten wurde), harrt noch ihrer endgültigen Lösung.

Unter den Physiologen herrscht heute über das Problem des Muskeltonus keine vollkommene Einigkeit; während eine kleine Gruppe derselben gar keinen Tonus gelten lässt, nehmen die andern ihn an, ohne sich darüber einigen zu können, ob er reflectorischer oder automatischer Natur ist.

Die Wege der Kliniker waren in der Tonusfrage von denen der Physiologen geschieden. Von dem von Virchow aufgestellten pathologischen Begriff des Tonus muss hier natürlich abgesehen werden, weil derselbe von dem neurologischen Begriff des Tonus verschieden ist. Der Virchow'sche Tonus, der nur von Ernährungsverhältnissen abhängig ist, gilt für alle Gewebe und auch für die Muskelsubstanz in gleicher Weise. Derselbe ist nicht ganz ohne Bedeutung für den neurologischen Tonus, indem, wie ich bei meiner Untersuchung fand, der Ernährungszustand eines Muskels seinen Spannungsgrad beeinflusst; im Uebrigen haben aber der Tonus im Virchow'schen Sinne und der neurologische Tonus kaum etwas mit einander zu thun. Jedenfalls scheint es für die Neurologie zweckmässig, an der von Joh. Müller und später von W. R. Gowers aufgestellten Definition fest zu halten und unter Tonus eine, durch Nerveneinflüsse bedingte, permanente Contraction der Skeletmuskel zu verstehen.[1] — Die Kliniker, die tagtäglich die Erscheinung des Tonus und seiner Veränderungen vor Augen hatten, haben den Begriff desselben nie fallen lassen, ohne ihn jedoch so streng wie die Physiologen zu definiren. Es waren die Sehnenphänomene, welche den Klinikern zu Erörterungen über den Muskeltonus Anlass gaben. Während C. Westphal einen gewissen Tonus als Bedingung für das Zustandekommen der Sehnenphänomene betrachtete, sah W. R. Gowers in der Dehnung einen Factor, der die Muskelfasern auf reflectorischem Wege mehr reizbar machte. Auch S. Tschirjew, H. Senator, A. Waller, Lewinski, J. Mommsen, A. de Watteville, von Basch, A. Adamkiewicz, Rosenbach, C. E. Beevor, D. Ferrier und Th. Ziehen haben einen Zusammenhang zwischen Tonus und Sehnenreflexen angenommen, etwa in der Weise, dass derselbe Reflexbogen beiden Phänomenen vorstehe, oder aber, dass der Tonus ein Reflexvorgang sei, der das Zustandekommen des Sehnenphänomens ermöglichte. Lombard und Sternberg haben auf schwache experimentelle Gründe hin einen solchen Zusammenhang für unwahrscheinlich erklärt.

Seit längerer Zeit habe ich mich im Laboratorium, wie in der Klinik mit der Tonusfrage beschäftigt und theile einige meiner Beobachtungen in Folgendem

[1] An dieser Definition wird auch von W. R. Gowers in seinem Handbuche festgehalten.

mit. Nachdem seit geraumer Zeit keine zusammenfassende Uebersicht über diesen Gegenstand gegeben ist, benutze ich diese Gelegenheit, kurz den heutigen Stand der Tonusfrage zu fixiren.

Folgende Thatsachen scheinen mir für das Bestehen eines reflectorischen Tonus zu sprechen:

1. Die Versuche von P. Q. Brondgest, welcher namentlich für Frösche nachgewiesen hat, dass vom Centralnervensystem ein gewisser Contractionsgrad (wenigstens in gewissen Muskeln) unterhalten wird, der von centripetalen Impulsen abhängig ist.

In einer Reihe eigener Experimente, die sich auf Brondgeest's Grundversuch aufbauten, habe ich besonders auf die Hypotonie (oder Atonie) geachtet, welche auftritt, nachdem man die hinteren Wurzeln einer Extremität durchschnitten hat. Einen Maassstab für die Atonie fand ich in der Schwingungsfähigkeit; ich beobachtete, wenn ich das Thier (Katze, Kaninchen, Frosch) in zweckmässiger Weise am Oberkörper hielt, und den Unterkörper durch einen Stoss zum Schwingen brachte, dass das operirte Bein mehr Schwingungen vollführte, als das gesunde. Diese Erscheinung war besonders deutlich und constant an den operirten Katzen, und ich konnte sie noch nach mehreren Monaten nachweisen, nachdem sich die anfänglich aus der Operation resultirende Ataxie grösstentheils zurückgebildet hatte. Es scheint mir, als ob mein Versuch die Bedeutung des Brondgest'schen Phänomens zu verstärken geeignet ist. Auch wird dadurch wohl der Einwand von Wittig und Carlet hinfällig, dass die abnorme Stellung des operirten Beines auf Extensorenkrampf beruht.[1] Uebrigens war schon F. W. Mott und C. S. Sherrington, H. Hering, J. Tissot und Ch. Contejean die eigenthümliche Schlaffheit der Extremitäten nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln an anderen Warmblütern aufgefallen. Es sei erwähnt, dass ich auch an den Fingern eines Tabikers, von dessen oberen Extremitäten nur die eine ausgesprochene Atonie aufwies, eine analoge Beobachtung machen konnte.

2. In Fällen von einseitiger Facialislähmung ist das Gesicht nach der gesunden Seite verzogen.

R. Heidenhain hat gegen diese Thatsache, die als Argument für die Existenz eines Tonus gelten darf, angeführt, dass die Schiefheit des Gesichtes

[1] Folgende Erscheinung, die ich auch bei meinen Versuchen regelmässig beobachtete, möchte ich nicht unerwähnt lassen. Wenn man das Versuchsthier, dem 4—6 hintere Wurzeln einer hinteren Extremität durchschnitten sind, nachdem die anfänglichen Folgen der Operation sich zurückgebildet haben, an dem Oberkörper aufhebt, so zieht dasselbe für gewöhnlich beide Beine, in allen Gelenken gebeugt, an sich. Vollführt man nun mit dem Unterkörper vorsichtig schüttelnde Bewegungen, so geht die atonische Extremität langsam nach unten und ist bald ganz ausgestreckt, während die normale Extremität an den Bauch angezogen bleibt. Erwähnenswerth ist auch, dass ich in 2 von 3 untersuchten Katzen einige Tage nach der Operation die faradische Erregbarkeit der Flexoren und Extensoren des Knies geändert (erhöht) fand. Dass auch die Reizbarkeit des Muskels vom Nerven sowie von der Hirnrinde aus Aenderungen erfährt, ist wahrscheinlich. Der Rigor mortis trat, wie Brondgeist schon bemerkte, später und unvollständig ein, bei allen Versuchsthieren.

eine Folge der willkürlichen Innervation der gesunden Seite ist; ein Einwand, der kaum berechtigt ist, weil unser Gesicht im Zustande der Ruhe nicht willkürlich innervirt ist. — L. Hermann hat behauptet, dass die Erscheinung auf dem Verkürzungsrückstand der gesunden Muskeln beruht, welcher nach der ersten willkürlichen Innervation auftreten und bleiben muss. Eigene, übrigens nicht abgeschlossene Beobachtungen, die ich über das Verhalten der centralen und peripherischen Facialisparalysen im tiefen Schlafe und während des Erwachens angestellt habe, scheinen mit Hermann's Annahme nicht im Einklang zu sein. In den (3) bis jetzt beobachteten Fällen von centraler Facialislähmung fand ich, dass die Ungleichheit der Gesichtshälften im tiefen Schlafe fast ganz verschwunden war, um in den Momenten des Erwachens langsam und gleichmässig zurück zu kehren.

3. Der Sphincter ani verharrt während des Lebens, auch im Schlafe und in der nicht zu tiefen Narkose in einer beständigen Contraction.

4. Nachdem F. W. Mott und A. Schäfer gezeigt hatten, dass beim Affen simultane Reizung der frontalen Hirnrinde rechts und links primäre Augenstellung hervorruft, lieferte Sherrington eine für unsere Frage wichtige Modification dieses Experiments. Nachdem er an der Hirnbasis den dritten und vierten Hirnnerven beiderseits durchschnitten hatte, bestand doppelter divergirender Strabismus (die N. abducentes waren unversehrt). Reizte er nun simultan beiderseits die frontale Hirnrinde, so war doch noch die primäre Augenstellung die Folge; eine Erscheinung, welche sich nur durch Annahme einer Relaxation eines vorher bestehenden Tonus in den M. recti laterales erklären lässt. — Des weiteren haben die Untersuchungen von R. Ewald und auch die von A. Bickel zur Genüge bewiesen, dass durch Operationen an den semicircularen Kanalen Spannungsänderungen in gewissen Muskelgruppen auftreten. — Erwähnt sei auch das von F. Semon und Krause gleichzeitig nachgewiesene Factum, das von Laryngologen allgemein anerkannt ist, dass die Glottis bei einem grossen Procentsatz von Individuen bei ruhiger Athmung unbewegt und dabei weiter offen steht, als die Cadaverglottis; ein Factum, welches für das Bestehen eines Tonus der Stimmbandabductoren zu sprechen scheint.

5. Von A. Röhrig und N. Zuntz wurde nachgewiesen, dass nach Curaresirung der chemische Stoffwechsel in den willkürlichen Muskeln sehr bedeutend herabgesetzt wird. Ein Befund, der nur erklärt werden kann, indem man einen von den motorischen Nerven abhängigen chemischen Tonus in den Muskeln annimmt.

6. Durch eine grosse Anzahl von Messungen mit einem von mir nach einem neuen Princip construirten Tonusmeter[1] konnte ich zahlenmässig fest-

---

[1] Mein Tonometer ist nur für den M. triceps surae geeignet, und beruht im Princip darauf, dass von hinten senkrecht auf die Achillessehne ein federartiger Apparat herangeschoben wird. Ein Indicator zeigt genau den Widerstand an, der durch den Apparat von seiten der nur passiv gespannten Sehne empfunden wird. Der Apparat wird in drei gleichen

stellen, dass in ausgeprägten Fällen von Tabes dorsalis mit grosser Regelmässigkeit (ich verfüge jetzt über Tonusmessungen an nahezu 50 Fällen) ausgesprochene Herabsetzung des Tonus des M. triceps surae besteht. Auf die Häufigkeit von Verlust des Tonus der hinteren Extremitäten von Tabikern haben übrigens bereits C. Westphal, S. Tschirjew, E. Rosenbach, Frenkel, E. Sureau, insbesondere auch E. Jendrassik hingewiesen. Auch der folgende Befund, wiewohl er noch allein steht, darf hier erwähnt werden. Bei einem (hypotonischen) Phthisiker, an dem ich, eben wegen seines durch die bestehende Hypotonie gebotenen Interesses, zu verschiedenen Tageszeiten den Tonus aufgenommen hatte, waren die Mittelwerthe, die ich gefunden hatte, für das rechte Bein: 22,1—14,6—10,6, für das linke: 21,6—13,2—12. 2 Stunden, nachdem der Mann acut, an Lungenhämorrhagie verstorben war, fand ich die Mittelwerthe: 25,4—19,4—14,4, und links: 26,8—17,3—14,8, d. i. einen bedeutenden Nachlass der Spannung desselben Muskels, gemessen, vor und nach dem Tode in genau derselben Haltung. — Für die Deutung dieser Beobachtung ist es von Interesse, zu wissen, dass ich die mechanische Muskelerregbarkeit des M. gastrocnemius nicht verschwunden fand; ein localer Muskelwulst bildete sich und verschwand nach 30 Secunden langsam. In der Litteratur fand ich Angaben über das Fortbestehen der mechanischen Muskelerregbarkeit post mortem von Funke und Weber, Ominus, Reinhard, Ch. Féré und H. Lamy.

Aus diesen Beobachtungen scheint der Schluss zulässig, dass einerseits im Falle des Tabikers während der Gesundheit, andererseits im Falle des hypotonischen Phthisikers während des Lebens, Etwas bestanden hat, das durch die Krankheit, bezw. durch den Tod ausfallen musste.

Alle diese Gründe sprechen dafür, dass neben den von E. v. Weber, F. C. Donders und Mansfelt, Kühne, Hermann, Wundt, später von Brodie, A. Mosso, C. Richet und vielen anderen studirten elastischen Eigenschaften der skeletalen Muskeln noch ein Muskeltonus im Müller'schen Sinne existirt. Dieser Tonus ist neben anderen Einflüssen vom Centralnervensystem abhängig

---

Absätzen herangeschoben, so dass für drei verschiedene passive Spannungen der Sehne der elastische Widerstand bekannt wird. Man bekommt deshalb für jede Messung drei Zahlen, welche direct abhängig sind von den Widerstandszunahmen, welche durch das jedesmalige Heranschieben des Apparates erfolgen. Für jede Person wurde die Messung 3—5 Mal wiederholt, um aus den notirten Zahlen die Mittelwerthe des beobachteten Widerstandes bei drei (bekannten) Graden von Spannung zu berechnen. Ich fand beim normalen Menschen die Widerstandszahlen 13(—17)—11(—14)—9(—11) und beim Tabiker 20(—24)—17(—21)—15(—19). Welche Vortheile diese Methode, den Tonus zu bestimmen, vor den von physiologischer Seite (von W. P. Lombard und A. Mosso) und den von klinischer (von E. Jendrassik und Frenkel) angegebenen Methoden hat, welche Nachtheile mein Apparat hat, und wie weit man dasjenige, was man eigentlich misst, analysiren kann, das auszuführen, würde hier zu weit führen und muss späterer Mittheilung vorbehalten bleiben. (Für das Verständniss des obengenannten Befundes an Tabikern muss man im Auge behalten, dass in Tabikern, wo die Atonie sehr lange Zeit bestanden hat, die Achillissehne sich der harten Unterlage angelegt hat; in solchen Fällen lässt sich der Zustand des Tonus durch meinen Apparat natürlich nicht beurtheilen).

und reflectorischer Natur.[1] Die Frage muss offen bleiben, ob nicht ausserdem noch ein automatischer, von centripetalen Einflüssen unabhängiger Muskeltonus existirt.

II. Zur Kenntniss der Natur der Sehnenphänomene.

Meine bisher nicht abgeschlossene Untersuchung über den Tonus wurde zum Theil mit der Absicht unternommen, nachzuprüfen, ob die von zahlreichen Forschern behauptete, aber von Niemand streng nachgewiesene Verbindung zwischen Sehnenphänomenen und Tonus wirklich existirt. Diese Frage schien mir für das nähere Verständniss der betreffenden Phänomene von grosser Bedeutung. Da das Interesse dieser Frage wesentlich ein klinisches ist, stellte ich mir die Aufgabe den Zusammenhang zwischen Tonus und Sehnenphänomenen an klinischem Material zu prüfen.

Zu diesem Zwecke habe ich in den letzten 20 Monaten Beobachtungen gesammelt an etwa 400 Personen, von denen 5 % normale Personen verschiedenen Alters waren, 20 % an chronischen internen Krankheiten (Phthisis) litten, und von denen 75 % chronische organische Nervenkranke waren (nahezu 50 Tabiker, 11 Paralysis agitans, Herdläsionen u. s. w.). Systematisch wurde für jede dieser Personen festgestellt: 1. Der Zustand des Tonus, mit meinem Tonometer in Zahlen ausgedrückt. 2. Das Verhalten des Achillesphänomens. 3. Das Kniephänomen. 4. Das Verhalten der directen mechanischen Muskelerregbarkeit des M. triceps surae. 5. Das Verhalten der Plantarreflexe (hierbei wurde mehr die Stärke des Reflexes, als die Qualität, ob Beuge- oder Streckreflex der Zehen, beachtet). Zur Bestimmung der Sehnenphänomene benutzte ich keines der (u. a. von Lombard und von Mitchell) angegebenen Instrumente, weil ich mich überzeugt hatte, dass die Beurtheilung der Sehnenphänomene nach dem locomotorischen Effect nothwendig zu Fehlschlüssen führen muss; es ist die Rapidität der Muskelcontraction, nicht ihre Grösse, welche für uns Wichtigkeit hat. Für die erste Frage, welche wir uns stellten, nämlich ob der Grad der Tonicität in directem Zusammenhang mit dem Zustand der Sehnenphänomene steht, waren natürlich besonders die Fälle von Bedeutung, in welchen beide Extremitäten in verschiedenem Grade erkrankt waren.

Die Gesammtzahl der untersuchten Fälle theilte ich zuerst nach ihren Tonuszahlen in 3 Gruppen. Die erste grosse Gruppe bildeten diejenigen Fälle, deren erste Tonometerzahl 13—17 Indicatoreinheiten betrug, deren Tonus deshalb innerhalb normaler Grenze lag. Zu der zweiten, nahezu ebenso grossen Gruppe rechnete ich alle Personen, deren erste Tonometerzahl mehr als 17 betrug, die also einen weniger elastischen Widerstand von Seiten der Sehne aufwiesen (Hypotoniker). In die dritte, viel kleinere Gruppe endlich kamen

[1] Hierfür sprechen nicht nur die oben erwähnten Gründe, sondern auch die klinische Thatsache, dass E. Leyden, A. Strümpell und S. Talma erwiesen haben, dass die Rigidität der Extremitäten in vielen spastischen Zuständen nur scheinbar ist und nur durch entsprechende periphere Reize unterhalten wird.

alle Fälle mit über normalem Tonus (Hypertoniker). Es stellte sich hierbei schon heraus, dass die Abweichungen nach unten (Herabsetzung des Tonus) in der Klinik viel häufiger zur Beobachtung kommen, als die nach oben (pathologisch erhöhter Tonus). Und zwar traf dies zu sowohl für die internen Fälle der untersuchten Personen, als für die Nervenkranken allein.

Innerhalb der einzelnen Gruppen ordnete ich nun die Fälle auch nach dem Zustande der Sehnenphänomene. Wenn Knie- und Achillesphänomene von einander merklich in Qualität abwichen, nahm ich das Achillesphänomen als das maassgebende an, weil ich an demselben Muskel den Tonus gemessen hatte. Die Sehnenphänomene notirte ich als subnormale (abwesend oder nur mit Mühe auszulösen), normale (nicht sehr ausgesprochene oder lebhafte) und hypernormale (verstärkt und Fussclonus). Während tabellarische Angaben besser nach weiter fortgesetzter Untersuchung gegeben werden können, folgt hier das Hauptresultat dieser Zusammenstellung für die Hypotoniker (bezw. Atoniker) und Hypertoniker. Die übergrosse Mehrzahl (90,1 $^0/_0$) der Hypotoniker, bei welchen die Sehnenphänomene überhaupt Aenderungen erfahren hatten (24,4 $^0/_0$ der Gesammtzahl fällt durch diese Restriction aus), fiel zusammen mit den hyponormalen Sehnenphänomenen; bei 9,9 $^0/_0$ fanden sich hypernormale Sehnenphänomene (bezw. Fussclonus).

Die im Verhältniss zu den Hypotonikern geringe Anzahl von Hypertonikern setzte sich zusammen aus verschiedenartigsten pathologischen Zuständen, zu denen noch eine kleine Zahl abnorm muskulöser und fetter Personen trat. Trotzdem bei letzteren die Sehnenphänomene normal oder häufig vermindert waren, fiel die Mehrzahl der Hypertoniker doch mit hypernormalen Sehnenphänomenen zusammen (63,5 $^0/_0$).

Ohne den Werth dieser Zusammenstellung zu überschätzen, möchte ich doch den Schluss für zulässig halten, dass in der Regel mit steigendem Grad des Tonus die Sehnenphänomene wachsen. Es gilt dieser Satz namentlich für die organischen Nervenkranken unserer Untersuchungsreihe. Dabei fällt sofort die bemerkenswerthe Thatsache auf, dass bei einer Reihe von organisch Rückenmark- und Hirnkranken mit herabgesetztem Tonus eine zweifellose Steigerung der Sehnenphänomene einhergeht. Von Buzzard, Burzaw und namentlich von M. Sternberg sind übrigens Fälle von vermindertem Tonus mit erhöhten Sehnenphänomenen beobachtet worden.

Nach allem ist die erste von uns gestellte Frage dahin zu beantworten, dass, wie von den oben genannten Autoren, nämlich von C. Westphal, S. Tschirjew und W. R. Gowers angenommen wurde, der Tonus in der That ein wichtiger Factor für das Zustandekommen der Sehnenphänomene ist. Es wäre aber zu weit gegangen, wollte man behaupten, dass mit dem Grad des Tonus der Zustand der Sehnenphänomene auf- und nieder gehen muss — eine Vermuthung, die von Lewinski, A. Adamkiewicz, P. Horocks, von Basch, J. Mommsen, H. Bennett und auch von C. Rosenbach ausgesprochen ist — oder dass diese von jenem ausschliesslich abhängig sind. Die obigen Resultate machen es, meiner Ansicht nach, unmöglich, eine solche Auffassung aufrecht zu halten.

Viel mehr stellt sich heraus, dass noch andere wichtige Factoren im Spiele sind, welche den Einfluss des Tonus in gewissen Fällen überwiegen können.

Ein zweiter Punkt, dem ich bei meiner Untersuchung Aufmerksamkeit zuwandte und auf den ich auch früher bereits hingewiesen habe, ist das abweichende Verhalten in vielen organischen Nervenkrankheiten von Hautreflexen und Sehnenphänomenen.[1] Beide Phänomene verhalten sich nicht nur oft verschieden, sondern sind auch öfters in entgegengesetzter Richtung hin geändert. — Folgende Daten entnehme ich einer Reihe von 200 untersuchten, fast ausschliesslich organischen Nervenfällen. Bei 33,7 % bestanden normale Verhältnisse, d. h. Plantarreflex und Sehnenphänomene innerhalb normale Grenzen fallend (hierzu rechnete ich auch die Fälle, bei denen der Unterschied im Verhalten beider nicht ausgeprägt war). Bei den übrigen 66,3 % fanden sich Aenderungen, entweder beider, der Hautreflexe und Sehnenphänomene, oder nur eines von beiden. Unter diesen 66,3 % aller Fälle waren nur bei 13,6 % beide (Hautreflexe und Sehnenphänomene) in gleichem Sinne geändert, so dass bei 52,6 % aller Fälle eine deutliche Divergenz vorhanden war. Bei 26 % war die Aenderung derart, dass die Sehnenphänomene stark erhöht, die Plantarreflexe normal oder vermindert (in 4,9 % verschwunden) waren; in diese Gruppe gehörten viele Querläsionen des Rückenmarks. Dagegen war bei 26,5 % das Verhalten umgekehrt, die Plantarreflexe erhöht und die Sehnenphänomene vermindert (bei 19 % verschwunden). Zu dieser letzten Gruppe gehörte die Mehrzahl der Tabiker.

Diese Zahlen scheinen mir wichtige Gründe gegen die Auffassung der Sehnenphänomene als Reflexvorgänge zu bilden. Stellt sich doch heraus, dass nur in 13,6 % der Fälle die Aenderungen beider gleichartig waren, während in 52,6 % Divergenz, in 23,9 % Antagonismus stattfand, nämlich Fehlen der Sehnenphänomene bei Steigerung der Plantarreflexe, oder Fehlen dieser bei Steigerung jener. — Dass so oft die Kniephänomene verändert gefunden werdenwährend die oberflächlichen Reflexe normal sind, wurde schon von W. Erb und S. Tschirjew bemerkt und V. Horsley hat bereits hervorgehoben, dass in der Lachgasnarkose die Plantarreflexe fehlen, während die Kniephänomene unverändert sind.

Ein weiteres, oft betontes Argument gegen die Reflextheorie ist, dass die Latenz der Sehnenphänomene viel kürzer ist, als die der zweifellosen Reflexe (Arbeiten von A. Eulenburg, S. Tschirjew, A. Burckhardt, A. Waller, W. R. Gowers, A. James, A. de Watteville, Brissaud, v. Yzendyk, Th. Rosenheim, E. Jendrassik, G. ter Meulen und Gotch).[2]

Was die Argumente anlangt, welche für die Reflexauffassung der Sehnen-

---

[1] Einem Referat nach hat auf der Wanderversammlung der südwestdeutschen Neurologen und Irrenärzte (Baden-Baden am 2. und 3. Juni 1899) Prof. A. Strümpell sich im gleichen Sinne ausgesprochen, d. h. er erkennt die Häufigkeit dieses Verhaltens an, scheint aber weder diesem Antagonismus, noch dem von mir festgestellten im Allgemeinen Parallelgehen von Tonus und Sehnenphänomenen, den Werth für unsere Kenntniss dieser Phänomene zuschreiben zu können, wie es von mir gethan wurde.

[2] Zwar hat unlängst Zwaardemaker, mit unanfechtbarer Versuchsordnung, überraschend kurze Reflexzeiten für den Lidschlag nach mechanischen Reizen gefunden.

phänomene ins Feld geführt worden sind, so will ich an dieser Stelle nur das Eine hervorheben, dass die Experimente von F. Schultze und P. Fürbringer, S. Tschirjew und M. Sternberg an Kaninchen angestellt worden sind. Eigene Beobachtungen haben mich gelehrt, dass beim Kaninchen speciell nach Querläsion des oberen Dorsalmarks eine so erhebliche Reizbarkeit für Sehnenphänomene auftritt, dass der Werth dieser Thiere für die in Frage stehenden Versuche wesentlichen Abbruch erfährt.

Wenn man die vorgeführten Thatsachen ins Auge fasst, so wird man im Gegensatz zu M. Sternberg (1893) die nicht reflectorische Natur der Sehnenphänomene als höchst wahrscheinlich erachten, wenn man dem genannten Autor auch zugeben muss, dass wir exacte Beweise für die eine oder andere Auffassung nicht besitzen. Dass mit dem Erhaltensein des Reflexbogens die Sehnenphänomene stehen und fallen, steht fest, erstens weil ein gesunder Tonus von demselben abhängig ist, und zweitens weil, worauf auch obige eigene Beobachtungen hinweisen, andere zu wenig bekannte Einflüsse des centralen Nervensystems im Spiele sind.

Zur weiteren Klärung dieser Verhältnisse scheint mir ein genaueres Studium der directen mechanischen (sowie der elektrischen) Muskelerregbarkeit erforderlich. Von allgemeinmedicinischem Standpunkt ist dieselbe bereits von C. Reinhardt, Ch. Féré und H. Lamy und R. Rudolphson studirt worden, weniger von neurologischer und physiologischer Seite. Von einigen Forschern, namentlich von M. Sternberg, ist betont worden, dass der Westphal'schen Auffassung der Sehnenphänomene gemäss die Grösse der mechanischen Erregbarkeit des Muskels und die Stärke der Sehnenphänomene Hand in Hand gehen müsste. Meine bisherigen Resultate stellen eine solche Parallelität gewiss nicht in Abrede; nur in soweit kann ich Sternberg's Angaben beitreten, dass diese sehr wahrscheinlich bestehende Verbindung keine einfache sein kann. Bei den Hypotonikern mit herabgesetzten Sehnenphänomenen war eine sehr regelmässige Beobachtung, dass die mechanische Muskelerregbarkeit des M. triceps surae geändert war. Die durch Hammerschlag ausgelöste Contraction war eine träge, locale, oft fasciculäre, namentlich wenn die Hypotonie lange Zeit bestanden hatte. Die Tabiker unter den Hypotonikern machten hiervon keine Ausnahme, obwohl — wie von Buzzard, Burzon und Sternberg bemerkt wurde — bei diesen letzteren trotz Fehlen des Kniephänomens, eine sehr deutliche mechanische Muskelerregbarkeit der internen Portion des M. quadriceps nicht selten angetroffen wird. — Eine genauere Methode zur Beurtheilung des Grades der mechanischen Muskelerregbarkeit besitzen wir leider noch nicht.

Physiologisch steht fest, dass ein Schlag auf den Muskel eine allgemeine Contraction desselben Muskels hervorrufen kann, weil: 1. die motorischen Nervenstämme im Muskel gereizt werden; 2. alle Muskelfasern unmittelbar der mechanischen Reizung ausgesetzt sind. Wenigstens in den direct getroffenen Muskelfibrillen wird sich nach beiden Seiten die Contractionswelle verbreiten. Ein gesunder tonischer Muskel wird von einer plötzlichen Dehnung nahezu gleichzeitig auf verschiedenen Stellen seiner Länge gereizt werden können.

Die langsame, local bleibende Contraction, die ich regelmässig an hypo- und atonischen Muskeln beobachtete, findet wohl darin seine Erklärung, dass durch Herabsetzung des Leitungsvermögens und der Erregbarkeit der Contractionsprocess in seiner normalen Ausbreitung beschränkt und auch qualitativ geändert wird. Dass die Spannung des Muskels, auch bei Gesunden, von grosser Bedeutung ist für die mechanische Muskelerregbarkeit und das Leitungsvermögen, darauf weist folgender Befund hin. Bei sitzenden Personen, bei denen ich an dem im rechten Winkel gebeugten Fuss durch Schläge mit dem Hammer auf den Triceps eine starke Contraction dieses Muskels hervorrief, sah ich regelmässig, dass nach leichtem Vorwärtsschieben des Fusses ein Schlag von derselben Kraft keine Zuckung mehr auslöste (wenigstens keine totale, sondern nur eine locale).[1]

Ob auch das Centralnervensystem einen directen Einfluss auf das Leitungsvermögen und die Erregbarkeit der contractilen (Muskelfasern), sowie der nichtcontractilen (Nervengewebe) Elemente, welche für den Tonus, sowie für die Sehnenphänomene von Wichtigkeit sind, ausübt, ist eine Frage, welche nur auf experimentellem Wege geprüft werden kann. Von besonderem Interesse scheint mir diese Frage mit Rücksicht auf die Untersuchungen von W. H. Gaskell, sowie die von Th. W. Engelmann am Herzen, sowie auch auf gewisse Versuche von C. S. Sherrington. Ich selbst habe nachweisen können, dass der Nerveneinfluss auf die Leitungsgeschwindigkeit der Contractionswelle im Herzmuskel für das Verständniss wichtiger Vorgänge, namentlich der Inhibition, von primordialer Bedeutung ist[2], und es ist nicht ausgeschlossen, dass auch in den anderen leitenden Geweben analoge Verhältnisse obwalten.

---

[1] Auch folgende Erscheinung lässt sich an der Mehrzahl der gesunden Menschen beobachten. Wenn man einem Gesunden, der bequem auf einem, auf den Tisch gestellten Stuhle sitzt, während seinem Fuss ein bewegliches Brett untergelegt ist, den Fuss langsam vor und rückwärts schiebt, so wird die Achillessehne während der Rückwärtsbewegung in einem gewissen Moment vorspringen, um beim Vorwärtsschieben an demselben Punkt zu collabiren. Man wird diese Eigenthümlichkeit bei sehr vielen, wenn nicht bei allen Hypotonikern (bezw. Atonikern) vermissen, sowie auch bei vielen Hypertonikern. — Auch folgende Erscheinung verdient Erwähnung, welche ich bei einer Anzahl gesunder junger Menschen (Studenten) beobachtete. Wenn man den Fuss in der geschilderten Weise auf ein bewegliches Brettchen aufgestellt hat und ihn ruckweise nach vorn bewegt (d. h. die Ansatzstellen des Gastrocnemius sich nähern lässt), so beobachtet man oft bei jedem Absatz eine Contraction dieses Muskels. Wenn, wie ich vermuthe, bewiesen werden kann, dass diese Contraction nicht einfach die Anpassung des Muskels an seine neue Länge ist, so würde hier die rapide Relaxation eine Zusammenziehung hervorrufen. Die Erscheinung scheint deshalb von dem von C. Westphal, später von Erlenmeyer, M. Mendelsohn und E. Mendel beobachteten Phänomen (paradoxe Contraction) verschieden zu sein, weil der Verlauf der Contraction des Tibialis anticus in der Westphal'schen Erscheinung ein ganz anderer ist, während Charcot und Richer die reflectorische Natur jener Erscheinung sichergestellt haben. — Schwierigkeit bei alle diesen Versuchen bereitet der Umstand, dass ein grosser Procentsatz auch der normalen Menschen die unteren Extremitäten nicht vollkommen entspannen. Unter Umständen fand ich es nützlich, die Versuchsperson auf dem Stuhle einschlafen zu lassen.

[2] Pflüger's Archiv. Bd. LXVI. S. 328 und Am. Journ. of Physiol. Vol. 1. S. 348.

III. Eine Modification des Jendrássik'schen Verfahrens zur Verstärkung latenter Sehnenphänomene.

Bei der hervorragend praktischen Bedeutung der Sehnenphänomene mag eine kleine Verbesserung der Untersuchungstechnik derselben ihre Berechtigung für die Veröffentlichnng finden.

Bei den vorstehend mitgetheilten Untersuchungen fiel es mir oft auf, dass man während einer stark intendirten Bewegung der oberen Extremitäten den Stand des Muskeltonus am Tonometer eine Aenderung erfahren sieht, und zwar eine Erhöhung. Diese Aenderung des Muskeltonus pflegt einzutreten im selben Moment, in welchem das bezügliche Individuum mit der stark intendirten Bewegung anfängt, lässt jedoch bald wieder nach.

Diese Thatsache legte mir den Gedanken nahe, dadurch eine Verbesserung des Jendrassik'schen Verfahrens herbeizuführen, dass ich den Schlag auf das Ligamentum patellare proprium oder auf die Achillessehne zeitlich zusammenfallen liess mit dem Anfang einer stark intendirten Bewegung.

In der That erhielt ich für gewöhnlich eine viel bessere Antwort des Muskels auf den Anschlag, wenn ich die betreffende Person, unmittelbar bevor der Schlag fiel, eine stark intendirte, blitzartige Muskelbewegung mit den oberen Extremitäten ausführen liess. Dieses Verfahren leistet häufig mehr als das gewöhnliche Jendrassik'sche Verfahren, bei dem der Patient continuirlich einen Zug ausübt. Ich konnte mit diesem Verfahren das Kniephänomen, das sich mittels Jendrassik nicht mehr demonstriren liess, wiederholt noch hervorrufen, sowohl bei Gesunden, bei denen das Phänomen durch irgend eine Ursache wenig ausgesprochen war (bei zu muskulösen oder zu fetten Personen) oder mit Absicht künstlich erschwert (z. B. durch zu starke Extension der Knie) war, als auch bei den Kranken, bei denen Hypotonie bestand, entweder durch organische Nervenkrankheiten (multiple Neuritis, Tabes incipiens) oder secundär in Folge constitutioneller Krankheiten.

Nach vielen Versuchen an Hunderten von Kranken hat sich mir am besten folgende Methode bewährt. Ich prüfe den Kranken, dessen Knie einen Winkel von etwas mehr als 90° beträgt, während ich die linke Hand auf seinen Quadricepsmuskel lege, in der gewöhnlichen Weise durch Hammerschlag, sowohl am lose aufgestellten sowie an übereinander geschlagenen Beinen. Ist das Ergebniss der Prüfung kein deutlich positives, so fordere ich den Patienten auf, die Hände auf der Brust in einander zu schlagen, lasse ihn aber nicht continuirlich ziehen, sondern auf den Zuruf „zieh“ einen kurzen aber kräftigen Zug ausüben. Der Zug soll sofort wieder nachlassen; am besten demonstrirt man es dem Kranken vor. Der Schlag auf die Sehne muss unmittelbar (etwa $^1/_5$ Secunde) dem Zuge nachfolgen. Dies wird zehn Mal oder öfter wiederholt. Das Urtheil über das Sehnenphänomen, das man auf diese Weise erhält, soll nicht nur das Vorhandensein oder Fehlen desselben, sondern auch eventuell bestehende

Aenderungen berücksichtigen. Die Contraction des Muskels erfolgt kräftig oder schwach, mit oder ohne Vorschleudern des Fusses; der ganze Muskel contrahirt sich, oder, wie ich sehr oft bei wenig ausgesprochenen Kniephänomenen fand, nur das interne (seltener nur das externe) Bündel. Die Contraction des Quadriceps entsteht und vergeht langsam, oder sie ist schnellend und rapide.

Auch für die Untersuchung der anderen Sehnenphänomene ist der beschriebene Handgriff nützlich, namentlich in Bezug auf das Achillessehnenphänomen. Ich lege auf das letztere Phänomen besonderen Nachdruck, weil dasselbe, wie sich bei systematischer Untersuchung nach der Bedeutung des Muskeltonus herausgestellt hat, in vielen Hinsichten von grösserer praktischer Bedeutung sein kann, als das Kniephänomen, eben weil man in gewissen Zuständen das Kniephänomen bedeutend vermindert oder gar nicht findet und doch das Achillesphänomen da ist. Andererseits beobachtete ich 4 Fälle von incipienter Tabes, in welchen das Verschwinden des Achillesphänomens dem Westphal'schen Symptom zeitlich vorausging. Für anfangende Dementia paralytica hat Ziehen[1] schon auf ein derartiges Verhältniss hingewiesen. Uebrigens ist auf die praktische Bedeutung des Achilles(sehnen)phänomens von neurologischer Seite, so weit mir bekannt, die Aufmerksamkeit noch nicht gelenkt worden.[2]

Die Untersuchung des Achillesphänomens geschieht am besten ebenfalls in sitzender Position mit relaxirten Muskeln. Dabei müssen folgende Punkte im Auge behalten werden. Man wird wohl thun, bei den verschiedenen Versuchen die im Knie und im Sprunggelenk gebildeten Winkel zu variiren, weil es sich herausgestellt hat, dass geringe Unterschiede in der Spannung der Sehne für das Gelingen des Versuches von grosser Bedeutung sind. Man variirt diese Winkel am besten dadurch, dass man den Fuss auf dem Fussboden mehr oder weniger nach vorn und nach hinten schiebt. — Eine wichtige Fehlerquelle besteht auch darin, dass es nicht irrelevant ist, an welcher Stelle man die Sehne trifft. Man applicire den Schlag nicht weiter als 2 cm oberhalb der Ansatzstelle der Sehne in den Calcaneus, weil man sonst Gefahr läuft, die Ausläufer der Muskelsubstanz zu treffen und die idiomusculäre Muskelcontraction für das Sehnenphänomen anzusehen.

Die Sehnenphänomene des M. semimembranosus und des semitendinosus haben weit weniger praktische Bedeutung.

---

[1] Ziehen, Deutsche med. Wochenschr. 1894. Nr. 33 u. 34.

[2] Seit ich dieses niederschrieb, bin ich durch die Mill'sche Arbeit (im Journal of Nervous and Mental Diseases dieses Jahres) bekannt geworden mit Babinski's Mittheilung (Bulletins et Mémoires de la Société médicale des Hôpitaux à Paris. Séance de 20. Oct. 1898), der über das Achillesphänomen bei Tabes analoge Beobachtungen machte und auf Grund eines reichen Materials sich dahin ausspricht, dass die Fälle von incipienter Tabes, bei denen nur die Achillessehnenphänomene erst vermindert sind, etwa eben so selten sind wie die Fälle, bei denen das Kniephänomen am ersten leidet. Die von Babinski empfohlene Untersuchungsmethode ist sehr verschieden von der meinigen.

Erst nach längerer Uebung lernt man ohne Schwierigkeiten mit der angegebenen Modification des JENDRASSIK'schen Verfahrens untersuchen. Es wird jedem auffallen, der öfter nach der gegebenen Methode untersucht, dass man bei demselben Individuum neben stark ausgesprochenen Kniephänomenen bisweilen gar keine Andeutung einer Contraction bekommt. Die ersten, die positiven Resultate sind natürlich für die Untersuchung am wichtigsten; die letzteren sind gewissen Fehlerquellen zuzuschreiben. Die Schwierigkeit der Methode liegt in der Abschätzung des Intervalls zwischen dem Anfang der stark intendirten willkürlichen Bewegung und dem Moment des Niederfallens des Hammers. Wenn das Knie zu früh angeschlagen wird, d. h. bevor der Patient den Zug ausgeführt hat, bleibt a fortiori der Erfolg aus. Fällt der Schlag jedoch eine halbe Secunde oder mehr nach dem Anfang der intendirten Muskelbewegung, so wird, wie BOWDITCH und WARREN[1] gezeigt haben, der Erfolg ein entgegengesetzter, ein schwächender sein. Irgend ein Vorgang im Centralnervensystem, welcher dem Kniephänomen 0,5 Secunde vorausgeht, hat auf dasselbe einen schwächenden Einfluss. Die klinische Untersuchung hat hierin das physiologische Experiment bestätigt. — Die Uebung des Untersuchers besteht deshalb darin, dass er die Zeit abschätzen lernen muss, welche verlaufen darf zwischen dem Anfang der intendirten Bewegung des Patienten und dem Moment, wo er den Schlag auf die Kniesehne applicirt. Dieses Intervall muss etwa $^1/_6$ Secunde, nicht weniger und ganz besonders nicht mehr, betragen.

Nicht geringere Schwierigkeiten bereitet auch die verschiedene Reactionsschnelligkeit der zu untersuchenden Personen. Während intelligente Patienten auf Zuruf „Zieh" schnell und vor allem regelmässig reagiren, ist die Reactionszeit bei Unintelligenten eine viel längere, und, was besonders störend wirkt, oft wechselnd.

Ich benutze gern diese Gelegenheit, dem Herrn Prof. C. L. DANA und Herren Dr. J. FRÄNKEL meinen besten Dank zu sagen für Ueberlassung des nöthigen Krankenmaterials, soweit die Untersuchung während meines Aufenthaltes in New York stattfand. Ganz besonders fühle ich mich Herrn Dr. FRÄNKEL verpflichtet, der mir nicht nur das reiche und ausgezeichnet beobachtete Material seiner Klinik zur Verfügung stellte, sondern auch sonst mich bei meiner Arbeit in freundlichster Weise unterstützt hat.

[1] H. P. BOWDITCH and J. W. WARREN, Journal of Physiology. XI. S. 25.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.